



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 35 45 360.5  
②② Anmeldetag: 20. 12. 85  
④③ Offenlegungstag: 25. 6. 87

Behördeneigentlich

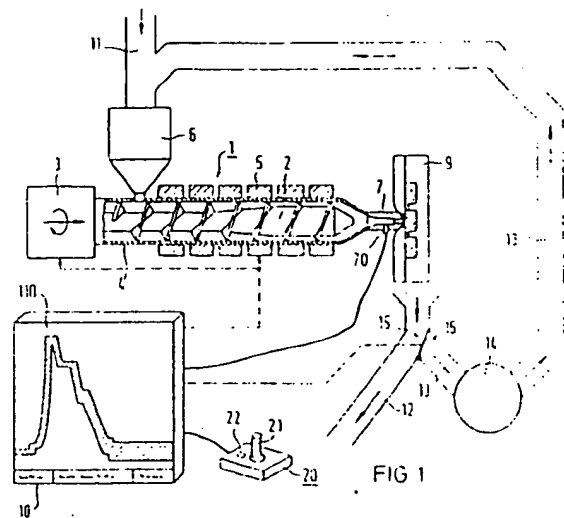
DE 3545360 A1

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦② Erfinder:  
Richter, Martin, 8525 Marloffstein, DE; Rohfleisch,  
Klaus, 8520 Erlangen, DE; Münch, Werner, 8400  
Regensburg, DE

⑤④ Verfahren und Anlage zum aufsichtsarmen oder aufsichtsfreien Spritzgießen von Fertigteilen aus Kunststoff

Beim Spritzgießen können signifikante Spritzgießparameter erfaßt und ausgewertet werden. Eine derartige Anlage besteht üblicherweise aus einer Gießmaschine mit Förderschnecke, Spritzdüse und Werkzeug zugehörigen Versorgungs- und Entsorgungseinrichtungen für Rohmaterial einerseits und Fertigteile andererseits sowie aus dazu erforderlichen Steuer- und Überwachungseinrichtungen. Gemäß der Erfindung wird zur Qualitätskontrolle der Fertigteile während jedem Spritzvorganges der Druckverlauf unmittelbar an der Austrittsstelle der Spritzdüse erfaßt und die Druck-Zeit-Kurve des einzelnen Spritzvorganges mit einer Gutteilkurve verglichen. Bei Abweichen der Istkurve von einem lokal vorgebbaren Toleranzbereich der Gutteilkurve kann das Fertigteil ausgesondert werden. Dazu weist die Spritzdüse (1) einen Drucksensor (70) zur Messung des Druckes unmittelbar an der Austrittsstelle des flüssigen Kunststoffes auf und ist ein Gerät (10) zur Verarbeitung der Druck-Zeit-Kennlinie als Fertigungsparameter-Überwachung vorhanden.



BEST AVAILABLE COPY

DE 3545360 A1

1. Verfahren zum aufsichtsarmen oder aufsichtsfreien Spritzgießen von Fertigteilen aus Kunststoff od.dgl., bei dem signifikante Spritzgießparameter erfaßt und automatisch ausgewertet werden, dadurch gekennzeichnet, daß zur Qualitätskontrolle der Fertigteile während jedes einzelnen Spritzvorganges der Druckverlauf ( $P=f(t)$ ) an der Austrittsstelle des flüssigen Kunststoffes in der Spritzdüse erfaßt und daß die Druck-Zeit-Kennlinie des einzelnen Spritzvorganges mit einer vorher ermittelten Gutteilkurve verglichen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Abweichen der Istkurve von einem lokal vorgebbaren Toleranzbereich der Gutteilkurve das Fertigteil ausgesondert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die aufsichtsfreie Fertigung bei mehrfach aufeinanderfolgendem Abweichen der Istwertkurve von vorgebbaren Toleranzbereichen der Gutteilkurve die Fertigung unterbrochen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß spezifische Kriterien für die Unterbrechung der Fertigung durch Anzahl und Art der Abweichungen der Istwertkurve vom Toleranzbereich vorgebar sind.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kriterien softwaremäßig vorgebar sind.
6. Anlage zum aufsichtsarmen oder aufsichtsfreien Herstellen von Fertigteilen aus Kunststoffen nach dem Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 5, mit einer Spritzgießmaschine aus Förderschnecke, Spritzdüse und Werkzeug, zugehörigen Versorgungs- und Entsorgungseinrichtungen für Rohmaterial einerseits und Fertigteile andererseits sowie mit entsprechenden Steuer- und Überwachungseinrichtungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Spritzdüse (7) einen Drucksensor (70) zur Messung des Druckes an der Austrittsstelle des flüssigen Kunststoffes aufweist und daß ein Gerät (10) zur Verarbeitung der Druck-Zeit-Kennlinie als Fertigungsparameter-Überwachung vorhanden ist.
7. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Spritzdüse (7) aus einem Spritzdüsenkörper (71) mit Ansatzstück (75) für den Drucksensor (70) besteht.
8. Anlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnfläche (77) des Drucksensors (70) formschlüssig dem Düsenkanal (72) angepaßt ist.
9. Anlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Düsenkanals (72) im Bereich der Abzweigung quadratisch oder rechteckig ist.
10. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Spritzdüse (7) einschließlich Drucksensor (70) ein Austauschteil ist.
11. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerät (10) zur Verarbeitung der Druck-Zeit-Kennlinie einen Mikroprozessor (100) mit zugehörigem Speicher aufweist.
12. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verarbeitungs- und Überwachungsgerät (10) mit Mikroprozessor (100) Mittel (140 - 160) zur Vorgabe von abschnittsweise unterschiedlichen Toleranzbereichen aufweist.

13. Anlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel handbetätigbare Codierschalter (140 - 160) sind.

14. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verarbeitungsgerät (10) Mittel (20) zur Vorgabe von kontinuierlich variierbaren Toleranzbereichen aufweist.

15. Anlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel eine separate Einrichtung (20) mit Betätigungselementen (21, 22) zur Programmeingabe zugeordnet ist.

16. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verarbeitungs- und Überwachungsgerät (10) ein Display (100) zur Darstellung von Istkurve und Sollkurve einschließlich der festgelegten Toleranzbereiche aufweist.

### Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum aufsichtsarmen oder aufsichtsfreien Spritzgießen von Fertigteilen aus Kunststoff od.dgl., bei dem signifikante Spritzgießparameter erfaßt und automatisch ausgewertet werden. Daneben bezieht sich die Erfindung auch auf die zugehörige Anlage für ein derartiges Verfahren mit einer Spritzgießmaschine aus Förderschnecke, Spritzdüse und Werkzeug, zugehörigen Versorgungs- und Entsorgungseinrichtungen für Rohmaterial einerseits und Fertigteile andererseits sowie mit den erforderlichen Steuer- und Überwachungseinrichtungen.

Spritzgießmaschinen bestehen üblicherweise aus einem beheizbaren Zylinder mit rotierender und längsbeweglicher Förderschnecke, in der das automatisch zugeführte Kunststoffgranulat durch Außenwärme und durch Friktion aufgeschmolzen wird. Anschließend erfolgt der Preßvorgang, bei dem der plastische Kunststoff unter hohem Druck durch die Spritzdüse in eine Werkstückform gedrückt wird. Nach dem Erstarren wird die Form geöffnet und das so gefertigte Formteil entnommen.

Im Rahmen einer Automatisierung der Kunststoffteilfertigung ist bereits vorgeschlagen worden, die einzelnen Fertigungsparameter beim Spritzgießen zu erfassen und als Steuersignale für die Prozessvariablen zu verwenden. Solche Einrichtungen sind vergleichsweise aufwendig und haben sich in der Praxis bisher noch nicht durchgesetzt.

Unabhängig von einem voll geregelten Fertigungsablauf ist man bemüht, den Fertigungsaußstoß bei herkömmlichen Spritzgießmaschinen zu verbessern. Dabei wird einerseits ein aufsichtsarmer Betrieb bei der ersten und zweiten Schicht und darüber hinaus auch ein aufsichtsfreier Betrieb bei einer sogenannten "Geisterschicht" angestrebt.

Zur Realisierung des aufsichtsarmen oder aufsichtsfreien Schichtbetriebes ist es notwendig, daß

A) die Spritzgießmaschinen automatisch mit Granulat als Rohstoff versorgt,

B) die Qualität der Spritzgießprodukte ständig überwacht und

C) die gespritzten Teile und Anspritzlinge aus der Maschine automatisch entnommen und abtransportiert werden.

Während die Punkte A) und C) mit marktüblichen Geräten gelöst werden können, gibt es für Punkt B)

bisher kein geeignetes Verfahren, mit dem die Qualität der Spritzgießteile hinreichend gut überwacht werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und die zugehörige Anlage zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, mit denen in einfacher Weise die Qualität der Fertigteile erfaßt werden kann. Dabei soll insbesondere eine Qualitätskontrolle auch bei aufsichtsfreiem Betrieb ermöglicht werden, so daß im Fehlerfall ein automatisches Unterbrechen der Fertigung möglich ist und die Fertigung von fehlerhaften Teilen weitgehend vermieden wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Gesamtheit der Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Eine Anlage, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet, ist durch die Merkmale des Anspruches 6 gekennzeichnet.

Der Erfindung lag die Erkenntnis zugrunde, daß der Verlauf des Spritzdruckes am Düsenaustritt während des einzelnen Spritzvorganges ein hinreichend gutes Qualitätskriterium ist. Es konnte eine genaue Zuordnung von objektiv erkennbaren Fehlern an den Fertigteilen zu Druckabweichungen in bestimmten Bereichen des Drucksignals nachgewiesen werden, sofern sichergestellt ist, daß der Spritzdruck unmittelbar oder nahe am Düsenaustritt gemessen wird.

Zur Realisierung der Erfindung wird bei einer erfindungsgemäßen Anlage der jeweilige Spritzdruck über die Zeit des Spritzvorganges gemessen und in einem Rechner gespeichert. Im praktischen Betrieb können vom Einrichter der Spritzgießmaschine nach Beendigung der optimalen Einstellung aller Maschinenparameter mehrere Kennlinien aufgenommen werden, bei denen die Maschine gute Fertigteile produziert. Diese Kennlinien werden als Referenz für die weitere Qualitätsüberwachung verwendet.

Im Rahmen der Erfindung konnte gezeigt werden, daß Abweichungen des Rohmaterials, Schwankungen der Maschinenparameter und Fehler der Werkzeuge und der Formen unmittelbar zu signifikanten Änderungen des Kennlinienverlaufes führen, so daß bei ständigem Vergleich der Soll- und Istwertkennlinien diese Abweichungen erkannt und zum Stillsetzen der Spritzgießmaschinen verwendet werden können. Damit ist nunmehr die Möglichkeit gegeben, durch Festlegung von Toleranzgrenzen zu bestimmen, ab wann die Qualität von Formteilen als unbrauchbar deklariert wird.

Bei der Erfindung werden in Testläufen Materialabweichungen, Maschinenparameterschwankungen und Werkzeugfehler kontinuierlich simuliert und gleichzeitig die Spritzgießqualität der Formteile festgestellt. Solange die Qualität einer Spritzung als gut klassifiziert wird, wird die dazugehörige Druck-Zeit-Kennlinie in die Bewertung einbezogen, während bei unbrauchbarer Qualität die entsprechende Kennlinie unberücksichtigt bleibt. Sind alle Abweichungen, Schwankungen und Fehlereinflüsse bis zur Brauchbarkeitsgrenze der Fertigteile ermittelt, läßt sich die gesamte Toleranzbreite abschnittsweise im Rechner einspeichern, welche durch eine obere und eine untere Hüllkurve gebildet wird. Das sich so ergebende Band dient dann zur Bewertung der folgenden Abspritzungen im automatisierten Fertigungsbetrieb.

Besonders vorteilhaft ist bei der Erfindung, daß nunmehr zwischen aufsichtsarmen und aufsichtsfreiem Betrieb unterschieden werden kann. Wird bei Erfassung des Druck-Zeit-Verlaufes einer Abspritzung das Toleranzband an irgend einer Stelle über- oder unterschrit-

ten, so registriert das Überwachungsgerät den Fehler und schleust das fehlerhafte Fertigteil in den Ausschuß- oder Recycling-Kanal.

Im Rahmen eines aufsichtsarmen Betriebes wird der Fehler optisch und/oder akustisch signalisiert und die Maschine funktionell angehalten, bis der Fehler von der Aufsichtsperson beseitigt ist. Beim aufsichtsfreien Betrieb müssen dagegen Maßnahmen vorgesehen sein, die nicht nur ein funktionelles Anhalten der Spritzgießmaschine, sondern gegebenenfalls ein thermisches Abschalten und damit Stillsetzen der Fertigung bewirken.

Die Kriterien für eine Unterbrechung der Spritzgießmaschine können softwaremäßig vorgegeben werden. Insbesondere für das aufsichtsfreie Arbeiten der Anlage sind nunmehr diese Kriterien für das Abschalten besser an die jeweiligen Bedingungen anpaßbar.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung geben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Übersicht über die Gesamtanlage,

Fig. 2 und 3 zwei Schnittdarstellungen einer bei Fig. 1 verwendbaren Spritzdüse mit integriertem Drucksensor,

Fig. 4a bis 4d verschiedene Druck-Zeit-Kennlinien für Gutteil- und Schlechteilspritzungen,

Fig. 5 den Prinzipaufbau eines Überwachungsgerätes mit manuell einstellbaren Toleranzbereichen und

Fig. 6 und Fig. 7 Flußdiagramme zur Erläuterung einer softwaremäßigen Arbeitsweise des Überwachungsgerätes, wobei Fig. 6 den Einrichtbetrieb und Fig. 7 den Überwachungsbetrieb kennzeichnet.

Identische Teile sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die einzelnen Figuren werden teilweise zusammen beschrieben.

In Fig. 1 ist eine Spritzgießmaschine 1 dargestellt, die in bekannter Weise eine Förderschnecke 2 mit einem zugehörigen Antrieb 3 in einem Zylinder 4 beinhaltet. Über eine Zuführeinrichtung 6 als Reservoir wird das Rohmaterial als Granulat der Förderschnecke 2 zugeführt, zerrieben und sowohl durch die Friktionswärme als auch durch am Zylinder 4 angebrachte Heizelemente 5 aufgeschmolzen.

Den Übergang der Spritzgießmaschine 1 zum eigentlichen Preßwerkzeug bildet eine Spritzdüse 7 am Ende des Zylinders 4, deren bauliche Ausbildung anhand der Figuren 2 und 3 noch im einzelnen beschrieben wird. Üblicherweise erfolgt ein Fertigungsverfahren dadurch, daß der flüssig gemachte Kunststoff unter hohem Druck in eine der Spritzdüse 7 zugeordnete Form 9 als Werkzeug gedrückt wird. Nach dem Erstarren wird die Form 9 geöffnet und das fertige Formteil entnommen.

Vom Stand der Technik sind Einrichtungen bekannt, mit denen einerseits die automatische Versorgung mit Rohmaterial und andererseits automatische Entsorgung und Wegführung der Fertigteile gewährleistet ist. Hierfür sind in Fig. 1 entsprechende Kanäle 11 und 12 angedeutet. Es empfiehlt sich nun, bei fehlerhaft erkannten Fertigteilen diese Teile in einen Recycling-Kanal 13 einzubringen, die Preßteile in einer Mühle 14 zu mahlen und das Granulat über den geschlossenen Kanal 13 wieder dem Reservoir 6 zuzuführen. Dafür muß im Abfuhrkanal 12 eine Weiche vorhanden sein, bei der in Abhängigkeit von einer Gutteil- bzw. Schlechteilfertigung ein Schieber 16 betätigt wird.

In erfindungsgemäßer Weiterbildung ist an der Spritzdüse 7 ein Drucksensor 70 angebracht. Ein solcher

Drucksensor muß temperaturstabil sein und auch bei vergleichsweise hohen Temperaturen der Spritzmasse (ca. 400°C) eine sichere Meßwerterfassung ermöglichen. Das Meßsignal wird als Zeitkurve über einen Spritzvorgang erfaßt und einem Signalverarbeitungsgerät 10 mit Display 110 zugeführt. In Fig. 1 ist vom Signalverarbeitungsgerät 10 im wesentlichen nur das Display 110 mit einem Kennlinienfeld dargestellt. Ein derartiges Verarbeitungsgerät besteht im wesentlichen aus einem Mikroprozessor mit zugehörigen Speichereinheiten und ist frei programmierbar. Die Programmierung kann mittels einer Bedieneinrichtung 20 (sog. Joy-Stick) erfolgen. Auf diese Funktion wird weiter unten noch im einzelnen eingegangen.

Der Aufbau einer austauschbaren, bei Fig. 1 verwendbaren Spritzdüse ergibt sich aus Fig. 2 und Fig. 3. Die eigentliche Düse 7 besteht aus einem massiven Formkörper 71 mit einem Durchflußkanal 72 für die Spritzmasse. Der Kanal 72 ist an seiner der Förderschnecke 2 zugewandten Seite relativ großvolumig, beispielsweise mit einem Durchmesser von 10 mm, und verjüngt sich in zwei Stufen zu einem Druckkanal 73 von beispielsweise 3 mm Durchmesser. Zwischen den Verjüngungsstufen ist ein gerader Abschnitt mit rechteckigem oder quadratischem Querschnitt und einer Abzweigung 74 vorhanden, die in einem rechtwinkligen Ansatzstück 75 zum Düsenkörper 71 verläuft. In das Ansatzstück 75 ist ein Drucksensor 70 derart einsetzbar, daß seine Stirnfläche 77 dem Rechteckquerschnitt formschlüssig angepaßt ist. Auf der Stirnfläche 77 befindet sich das druckempfindliche Element, wodurch der gemessene Druck exakt dem Spritzdruck der Spritzmasse im Bereich des Düsenaustritts entspricht. Darüber hinaus kann im Formkörper 71 auch ein Temperatursensor angeordnet sein.

Die Spritzdüse 7 einschließlich Drucksensor 70 bildet eine zentrale Meßeinrichtung für das Ersatzkriterium "Qualität" der Spritzteile. Beide Einrichtungselemente sind systemunabhängig und brauchen bei Werkzeugwechsel nicht ausgebaut oder verändert werden.

In Fig. 4 sind in den Teilfiguren a) bis c) jeweils Druck-Zeit-Kennlinie ( $P=f(t)$ ) einzelner Spritzvorgänge aufgetragen. Die Kurve 40 bedeutet dabei eine Gutteilkurve, welche für ein vollkommen fehlerloses Teil ermittelt wurde. Beim Spritzgießen ergibt sich zunächst ein starker Druckanstieg (Füllphase-I), dann ein Plateau (Nachdruckphase-II) und anschließend ein Druckabfall (Erstarrungsphase-III), wobei eine signifikante Signalstruktur vorliegt. Weiterhin sind Grenzkennlinien 41 und 42 dargestellt, welche anhand von Versuchen solche Kurven realisieren, innerhalb deren Bereiche die Qualität der gespritzten Formteile in Ordnung ist. Während Fig. 4a die Signalstruktur in verallgemeinerter Form darstellt, zeigen Fig. 4b bis 4d typische Meßkurven, die durch ihr Abweichen in bestimmten Bereichen vom vorgegebenen Toleranzband signifikante Fehler anzeigen.

Die Ermittlung der Toleranzbereiche erfolgt über entsprechende Versuchsmessungen, bei denen jeweils für ein bestimmtes Werkzeug von einem fachkundigen Einrichter die Spritzgießmaschine in ihren Parametern zunächst optimiert wird, so daß sich eine optimale Spritzqualität der Produkte ergibt und anschließend die Arbeitsparameter bis zur zulässigen Qualitätsgrenze der Spritzteile gezielt verändert werden. Vorgebar sind beispielsweise unterschiedliche Materialien, Schwankungen der Maschinenparameter oder Änderungen der Werkzeugeigenschaften. Bei der Durchfüh-

rung der Versuchsmessungen ergeben sich somit zusätzliche Kurven, die je nach Klassifizierung des Fertigteiles als gut oder schlecht vom Überwachungsgerät abgespeichert oder eliminiert werden.

Aus den gespeicherten Druck-Zeit-Kennlinien von Gut-Spritzteilen können durch Überlagerung die Grenzkurven, die positiven und negativen Grenzverläufe bestimmt und als Toleranzband über die Gutqualitäts-Kennlinie gelegt werden. Systemlösungen für diesen Zweck können entweder hardware-orientiert, was anhand Fig. 5 beschrieben wird, aber auch software-orientiert sein. Insbesondere letzteres zeichnet sich für die Praxis durch einen hohen Bedienungskomfort aus, wozu die Programmerstellung anhand Fig. 6 beschrieben wird. Dafür wird eine modifizierte Prozessoranordnung mit erweiterter Speichermöglichkeit verwendet, die zunächst in ihrer Hardware-Struktur anhand Fig. 5 erläutert wird.

In Fig. 5 sind einem Mikroprozessor 100 mit zugehörigen Speichereinheiten Schaltmittel für die Aufbereitung und Eingabe von Prozessvariablen repräsentierenden Daten einerseits und für die Eingabe und Speicherung von codierten Vergleichsdaten andererseits zugeordnet: Im einzelnen bedeutet 101 einen Verstärker für den Spritzdruck als Eingangssignal mit zugeordneten Justage-Potentiometern, dem ein Analog/Digital-Wandler 102 nachgeschaltet ist. Von dort gelangt ein Datenbus zum Mikroprozessor 100. Über vom Mikroprozessor 100 abgehende Datenbusse mit nachfolgende Digital/Analog-Wandler 103 und 104 können alle Informationen zwecks Sichtkontrolle auf das Display 110 gegeben werden. Weiterhin ist zur Triggerung ein Verstärker 105 mit Signalanschluß und Einstellmöglichkeit von variablen Triggerschwellen über ein Potentiometer 106 vorhanden.

Dem Mikroprozessor 100 sind Schalter 111 bis 116 zugeordnet, mit dem die verschiedenen Betriebsarten eingestellt werden können. Es sind folgende Betriebsarten vorgesehen: Rücksetzen, Triggern, Sollwerte einlesen, Sollwerte ausgeben, Grenzwerte ausgeben, Istwerte ausgeben. Entsprechende Daten können über ein BCD-Schaltglied 118 nach einem Eins-aus-Zehn-Code auf zugeordnete Leuchtdioden 121 bis 126 zur Signalisierung ausgegeben werden.

Weiterhin sind dem Mikroprozessor 100 digital arbeitende Codiereinheiten 140, 150 und 160 mit einzeln betätigbaren Einstellgliedern zugeordnet, an denen die Werte der Überwachungsparameter vorwählbar sind. Beispielsweise sind vorwählbar: Abtastdauer, zulässiger Fehler, Toleranzabschnittsgrenzen sowie dafür vorgesehene Wert- und Zeittoleranzen, wofür jeweils separate, in Fig. 5 nur angedeutete Codierschalter vorhanden sind. Über ein binäres Schaltglied 120 mit einem Eins-aus-Sechzehn-Code können Mehr-bit-Signale vom Mikroprozessor 100 auf die Codiereinheiten 140, 150 und 160 gegeben werden und von dort die Daten der eingestellten Werte zum Mikroprozessor 100 zurückgekoppelt werden.

Die Überwachungscharakteristik der Prozesseinheit 100 läßt sich also anhand der Codiereinheiten 140, 150 und 160 bestimmen. Einerseits kann die Überwachungsdauer und die Speicherung der Kurven gewählt werden. Das Einlesen der Sollkurve sowie das entsprechende Einlesen und Überwachen der Istkurven wird jeweils durch ein Triggersignal gestartet; letzteres endet nach Ablauf des Überwachungsintervalls. Damit die Vorrichtung nach Aus- bzw. Einschalten der Netzspannung sofort betriebsbereit ist, werden die Sollwerte

im batteriegepufferten Speicherbetrieb eingelesen. Die unteren und oberen Grenzwerte, welche die Überwachungskriterien bilden, können z.B. aus den Sollwerten und den eingestellten Toleranzvorgaben berechnet und gespeichert werden. Weiterhin kann der zulässige Fehler des Meßsignals in Prozent eingegeben werden. Bei der Überwachung kommt es nach dem Triggern erst dann zu einer Fehlermeldung, wenn ein Meßsignal, also die Istgröße, länger als vorgegeben ununterbrochen die unteren bzw. oberen Grenzwerte unterbzw. überschreitet.

Bei Abweichungen der Istwertkurven von den Sollwertbereichen, wird eine Ausgangseinheit 130 über ein Relais und damit der Schieber 16 gemäß Fig. 1 aktiviert, so daß schlechte Teile aussondierbar sind. Nur Fertigteile, welche den Toleranzvorgaben entsprechen, werden über den Kanal 13 ausgegeben.

Wesentlich ist, daß mit den Codiereinheiten 140, 150 und 160 die Grenzen für die geforderten Übereinstimmungen von Istwert- und Sollwertkurven in diskreten Bereichen, eingestellt werden können. Die Wert- und Zeittoleranz des Überwachungsabschnittes gilt vom Triggerzeitpunkt bis zu der Grenze, die für den ersten Abschnitt eingestellt wird. Weitere Einstellungen gelten für die nächsten Abschnitte. Die Wert- und Zeittoleranz des letzten Abschnittes gilt von der für diesen Abschnitt eingestellten Grenze bis zum Ende der Überwachungsdauer, welche jeweils von der Kennlinie selbst getriggert ist.

Sollen die Toleranzgrenzen kontinuierlich veränderbar festgelegt werden, empfiehlt sich die softwareorientierte Systemlösung. Das Flußdiagramm gemäß Fig. 6 erläutert dazu die Vorgehensweise bei der Programmierung entsprechend dem oben bereits inhaltlich beschriebenen Verfahrensablauf. Insbesondere die Toleranzgrenzen lassen sich softwaremäßig durch sukzessive Änderung der Einstellung aller Maschinenparameter ermitteln. Alle Daten sind unmittelbar am Display 110 des Verarbeitungs- und Überwachungsgerätes 10 darstellbar und können mittels der Betätigungseinrichtung 20 (Joy-Stick) mit Steuerelementen 21 und 22 gezielt beeinflußt werden. Das Steuerelement 21 dient zur Führung des Cursors auf dem Display 110, das Steuerelement 22 zum Weitertakten der Programmschritte. Nach der Programmierung ist das Überwachungsgerät 10 betriebsbereit.

In den Flußdiagrammen sind zur Programmerläuterung die einzelnen Ablaufschritte als Rechtecke und die dazwischenliegenden Entscheidungsschritte als Rauten dargestellt. Fig. 6 beschreibt den Programmablauf im Einrichtbetrieb, Fig. 7 den Programmablauf im Überwachungsbetrieb.

Nach dem Start des Überwachungs- und Verarbeitungsgerätes 10 bei Position 200 werden gemäß Position 201 die Überwachungsparameter eingestellt. Diese bestehen insbesondere in der Auswahl des Werkzeuges, der Überwachungszeit sowie Vorgaben dahingehend, wieviel Ausschuß bei welchen Grundtoleranzen akzeptiert wird. In einem Entscheidungsschritt 202 wird die vollständige Eingabe der Parameter geprüft und gegebenenfalls zur Position 201 zurückgesetzt. Bei Position 203 wird die Spritzgießmaschine 1 eingestellt, bis das thermische Gleichgewicht erreicht ist und gute Qualität der Fertigteile erzeugt wird. Anschließend wird gemäß Position 204 eine Druck-Zeit-Kennlinie aufgenommen. Nach Entscheidung gemäß Position 205, ob die Produktqualität gut ist wird gegebenenfalls zur Position 202 zurückgegangen oder anschließend bei Position 206 ei-

ne Kennlinie als Sollkurve gespeichert.

Gemäß Position 207 werden nun bestimmte Maschinenparameter ausgewählt, die gemäß Position 208 gezielt derart variiert werden, daß die Produktqualität gerade noch gut ist. Es wird jeweils gemäß Position 209 eine Druck-Zeit-Kennlinie aufgenommen und gemäß Entscheidungsschritt 210 geprüft, ob die Produktqualität gut ist. Gegebenenfalls wird zu Position 208 zurückgegangen. Wird die Qualität als gut deklariert, so wird die diesbezügliche Kennlinie gemäß Position 211 als maschinenparameterspezifische Grenzkurve aufgenommen und anschließend gemäß Position 212 der untersuchte Maschinenparameter wieder auf den vorher ermittelten optimalen Gutwert zurückgestellt.

Bei Entscheidungsschritt 213 wird geprüft, ob die Datenaufnahme hinreichend war oder ob weitere Maschinenparameter gemäß Position 214 aufgenommen werden sollen. In letzterem Fall läuft der Vorgang zu Position 208 zurück. Soll die Datenaufnahme beendet sein, so wird gemäß Position 215 die innerste Hüllkurve als Grenzkurve gespeichert und auf dem Display 110 dargestellt.

In Abhängigkeit von der visuellen Darstellung wird im Entscheidungsschritt 216 geprüft, ob die Grenzkurven korrigiert werden müssen. Letzteres kann am Display 110 mittels der Betätigungseinrichtung 20 mit dem Steuerelement 21 erfolgen, wobei durch geeignete Positionierung des Cursors an jeder beliebigen Stelle der Kennlinie eine graphische Anpassung gemäß Position 219 möglich ist. Ist keine Korrektur erforderlich oder ist die erforderliche Korrektur beendet, werden gemäß Position 217 Grenz- und Sollkurve über einen Drucker ausgegeben. Gemäß Position 218 kann nunmehr die Überwachung gestartet werden.

Beim Überwachungsbetrieb wird das Verarbeitungs- und Überwachungsgerät 10 gemäß Position 300 gestartet. Nach Initialisierung des Mikroprozessors 100 und anderer Hardwareeinheiten gemäß Position 301 werden auf dem Display 110 zunächst die Grenzkurven gemäß Position 302 dargestellt. Anschließend wird im Entscheidungsschritt 303 geprüft, ob eine Triggerung erfolgt ist. Gemäß Position 304 wird nunmehr der Spritzdruck über die Zeit gemessen und dargestellt. Im Entscheidungsschritt 305 wird jeweils geprüft, ob die vorgegebene Grenzkurve überschritten wurde oder nicht.

Letzterer Vorgang erfolgt gleichzeitig mit der Signalerfassung und realisiert eine "on line"-Überprüfung. Ist die Grenzkurve nicht überschritten, so wird zur Position 303 zurückgegangen. Im anderen Fall wird gemäß Position 306 die Maschinensteuerung für die nächste Spritzung gesperrt und gemäß Position 307 der Fehlerzähler erhöht. Anschließend wird im Entscheidungsschritt 308 geprüft, ob die zulässige Fehlergrenze erreicht ist. Ist dies nicht der Fall, wird gemäß Position 309 die Maschine freigegeben und es kann gemäß Position 303 die Fertigung fortgesetzt werden. Im anderen Fall erfolgt gemäß Position 310 eine Fehlermeldung, welche optisch oder akustisch sein kann.

Der weitere Betrieb erfolgt in Abhängigkeit von der bei Entscheidungsschritt 311 gewählten Betriebsart: Bei aufsichtsarmen Betrieb erfolgt eine Überprüfung durch die Überwachungsperson mit entsprechender Entscheidung bei Position 312. Wird der Fehler quittiert, ist gemäß Position 313 die Maschine freigegeben und die Überwachungseinrichtung auf Position 303 zurückgesetzt. Beim aufsichtsfreien Betrieb kann dagegen keine Quittierung erfolgen. Gemäß Position 314 werden alle Aggregate der Spritzgießmaschine 1 selbsttätig ausge-

schaltet und die Fertigung gemäß Position 315 stillgesetzt.

Beim hauptsächlich anzustrebenden aufsichtsfreien Betrieb wird also von jedem einzelnen Spritzvorgang der Druck-Zeit-Verlauf gemessen und mit dem vorher ermittelten zulässigen Toleranzband verglichen. Liegt eine Abspritzung innerhalb der Toleranzgrenzen, was Gutqualität bedeutet, läuft die Maschine mit der Fertigung weiter. Wird jedoch an einer Stelle des Kennlinienverlaufes der Toleranzwert über- oder unterschritten, so wird das minderwertige Produkt separiert und die Maschine wird ggf. thermisch abgeschaltet. Das Überwachungsgerät 50 kann aber derart programmiert sein, daß eine Stillsetzung der Maschine erst nach einer beispielsweise dritten, fünften oder zehnten hintereinander folgenden fehlerhaften Spritzung erfolgt. Liegen zwischen den fehlerhaften Abspritzungen eine Anzahl von Gutteil-Spritzungen, so kann die Stillsetzung der Maschine in geeignetem Verhältnis verzögert oder auch aufgehoben werden, um einen unnötigen Ausfall der Fertigung zu verhindern.

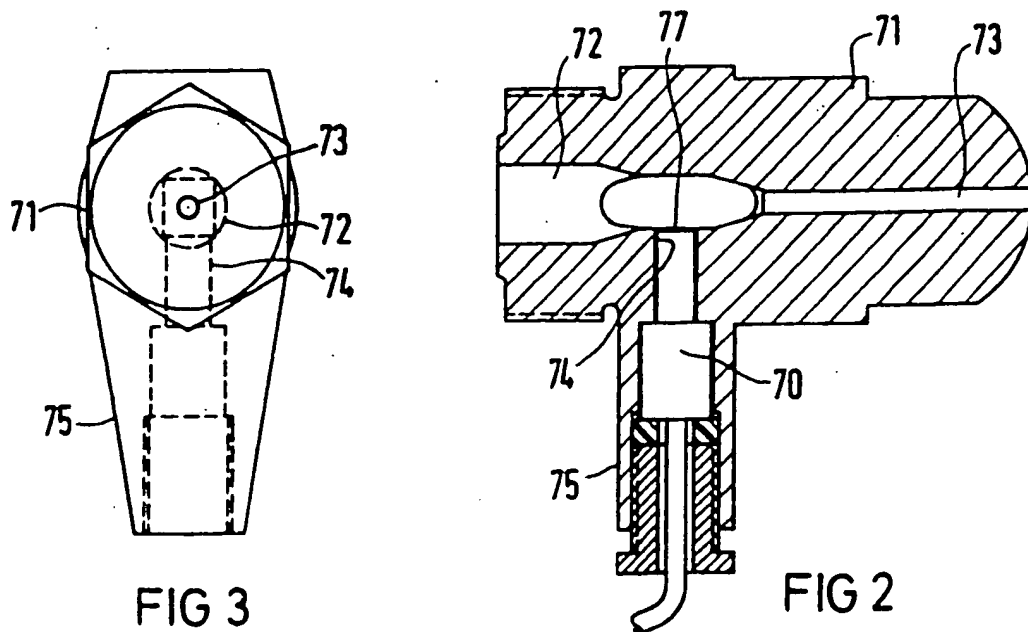
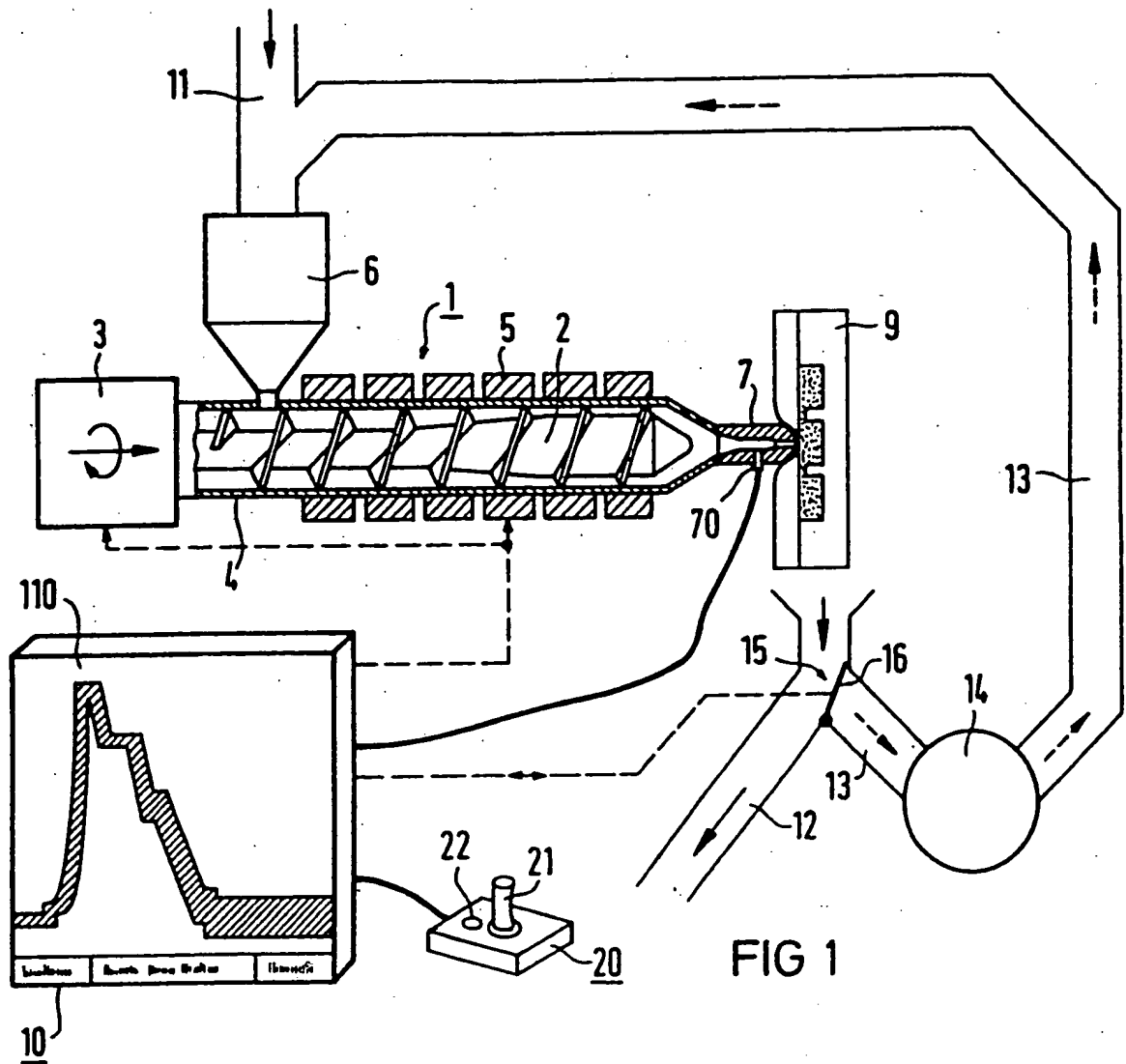
Insgesamt hat die Messung des Druck-Zeit-Verlaufes unmittelbar am Düsenausgang als Ersatzkriterium für die Qualität der Fertigteile beim Spritzgießen folgende Vorteile:

- a) Es ist nur ein einziger Sensor erforderlich, um die Vielzahl der Maschinenparameter einer Spritzgießmaschine zu überwachen.
- b) Bei Werkzeugwechsel braucht der Sensor nicht getauscht oder ausgebaut zu werden.
- c) Es kann auch die Qualität von Mehrfachwerkzeugen überwacht werden.
- d) Bereits abgespeicherte Kennlinien können zum problemlosen Anfahren nach Wiedereinbau eines Werkzeuges verwendet werden.
- e) Neben unmittelbaren Maschinenparametern kann mit dem neuen Verfahren auch der Einfluß externer Variabler,

beispielsweise von Granulatänderungen, erfaßt werden.

Durch die Erfindung ergibt sich speziell für das Spritzgießen eine vergleichsweise einfache Möglichkeit der Qualitätskontrolle von Fertigteilen, so daß auf eine aufwendige Prozeßregelung verzichtet werden kann.

- Leerseite -





20-12-85

2/5

85 P 3 4 6 6 DE

3545300

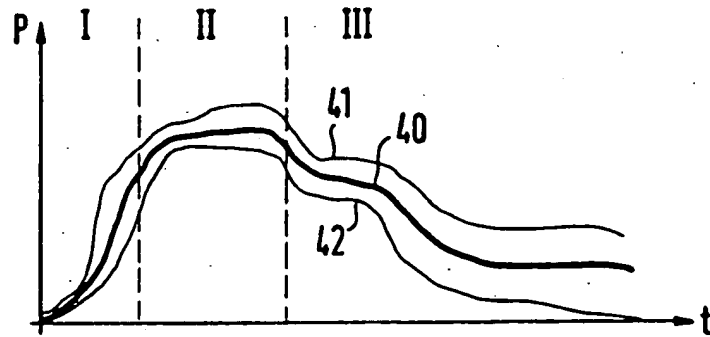


FIG 4a

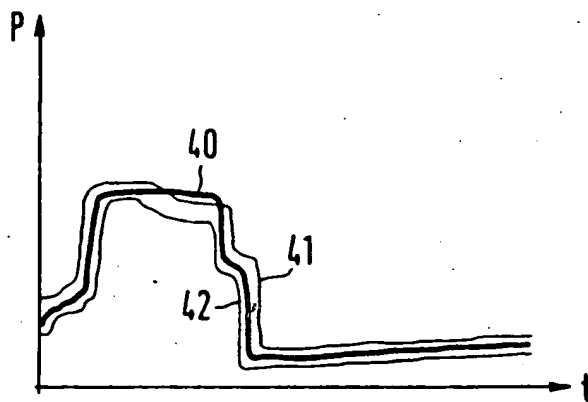


FIG 4b

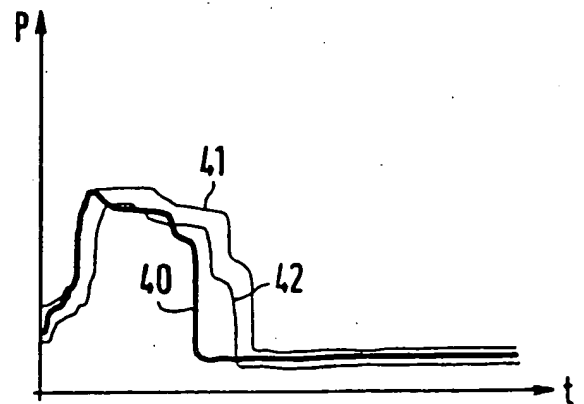


FIG 4c

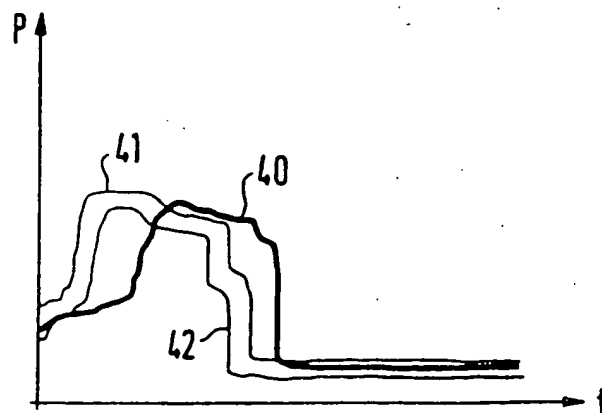


FIG 4d

ORIGINAL INSPECTED

001285

3/5

85 P 3 4 6 6 DE

3545300

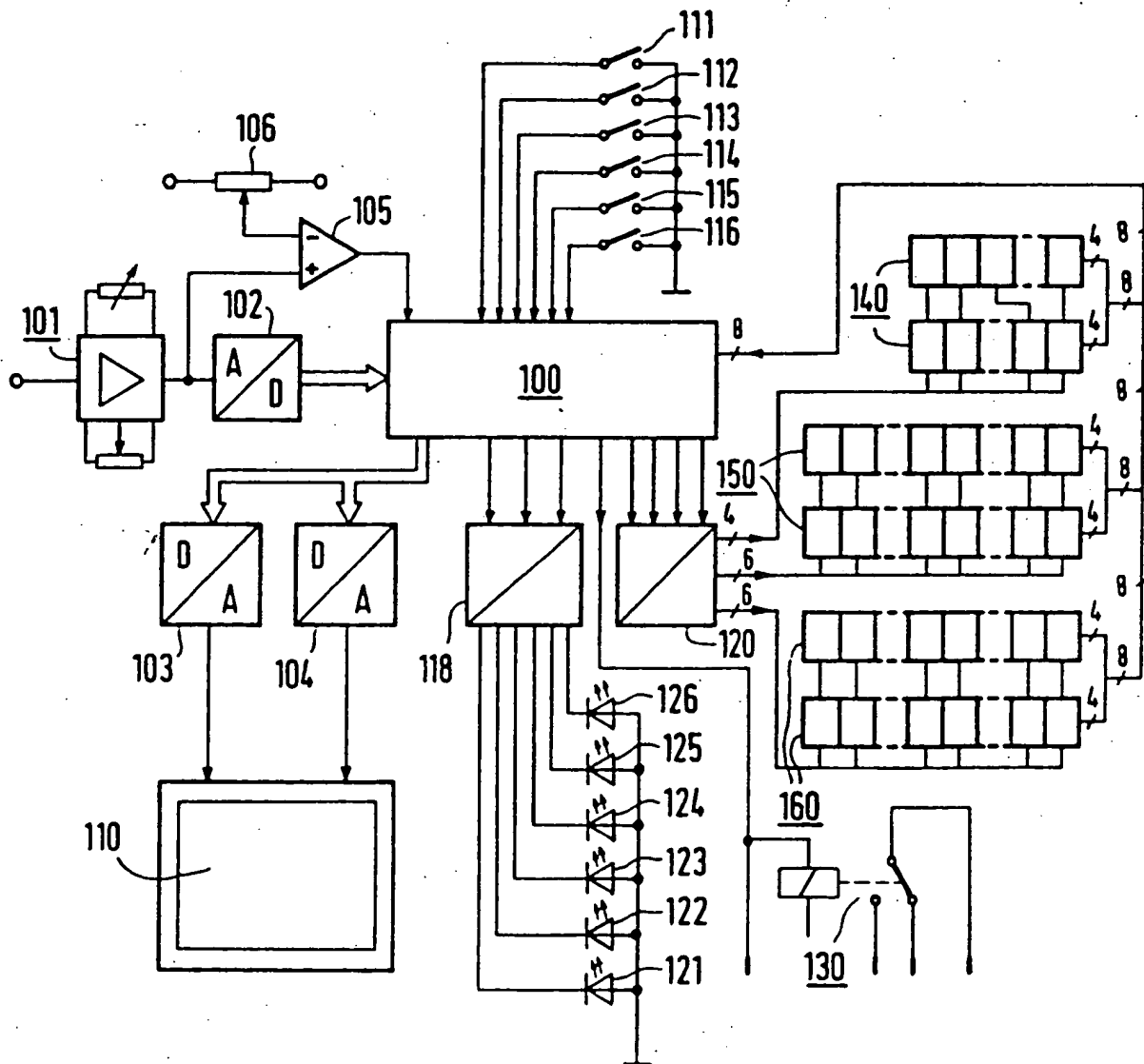


FIG 5

20.12.85

4/5

85 P 3 4 6 6 DE

3545360

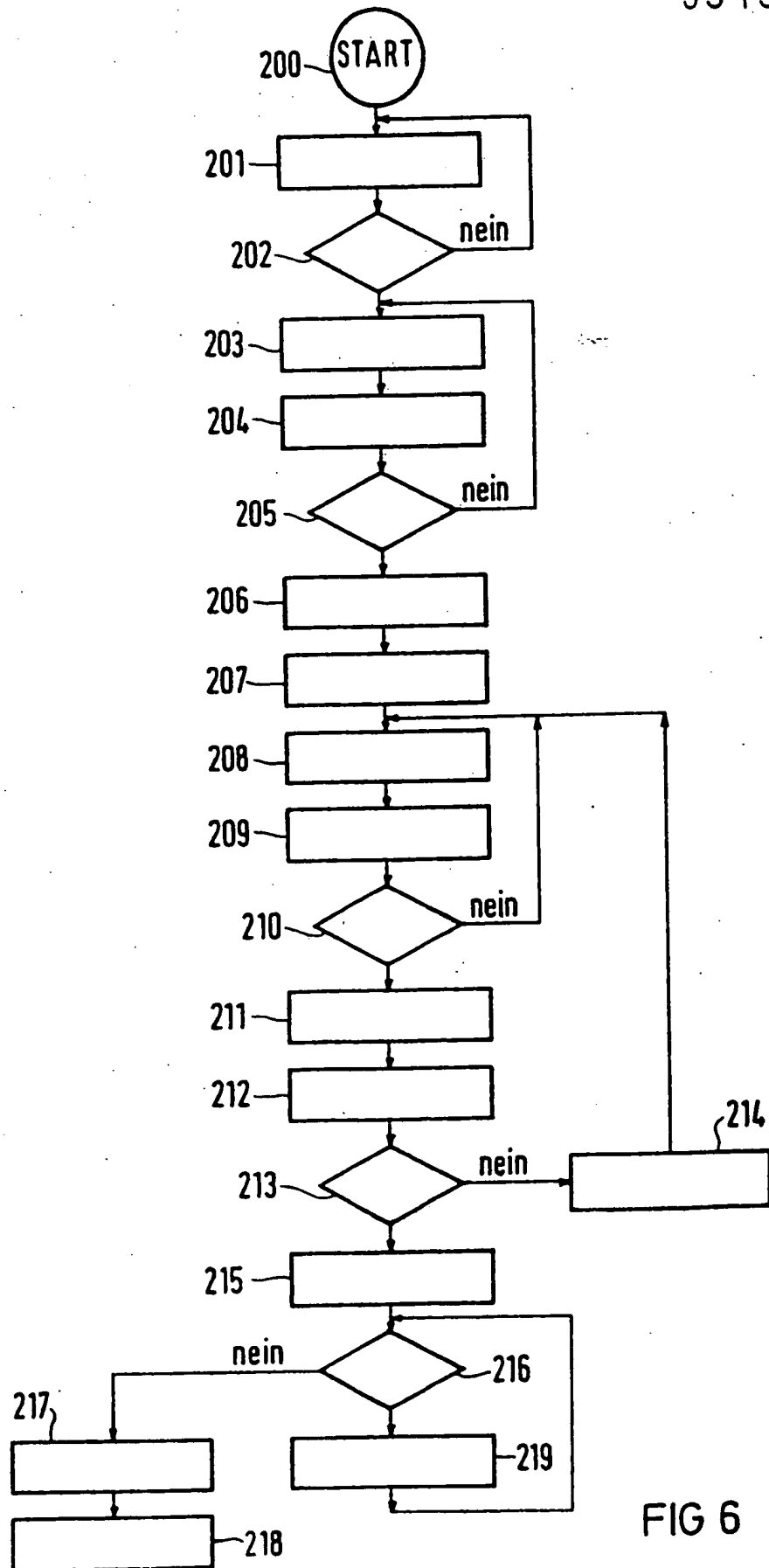


FIG 6

20.12.85

5/5

85 P 3 4 6 6 DE

3545300

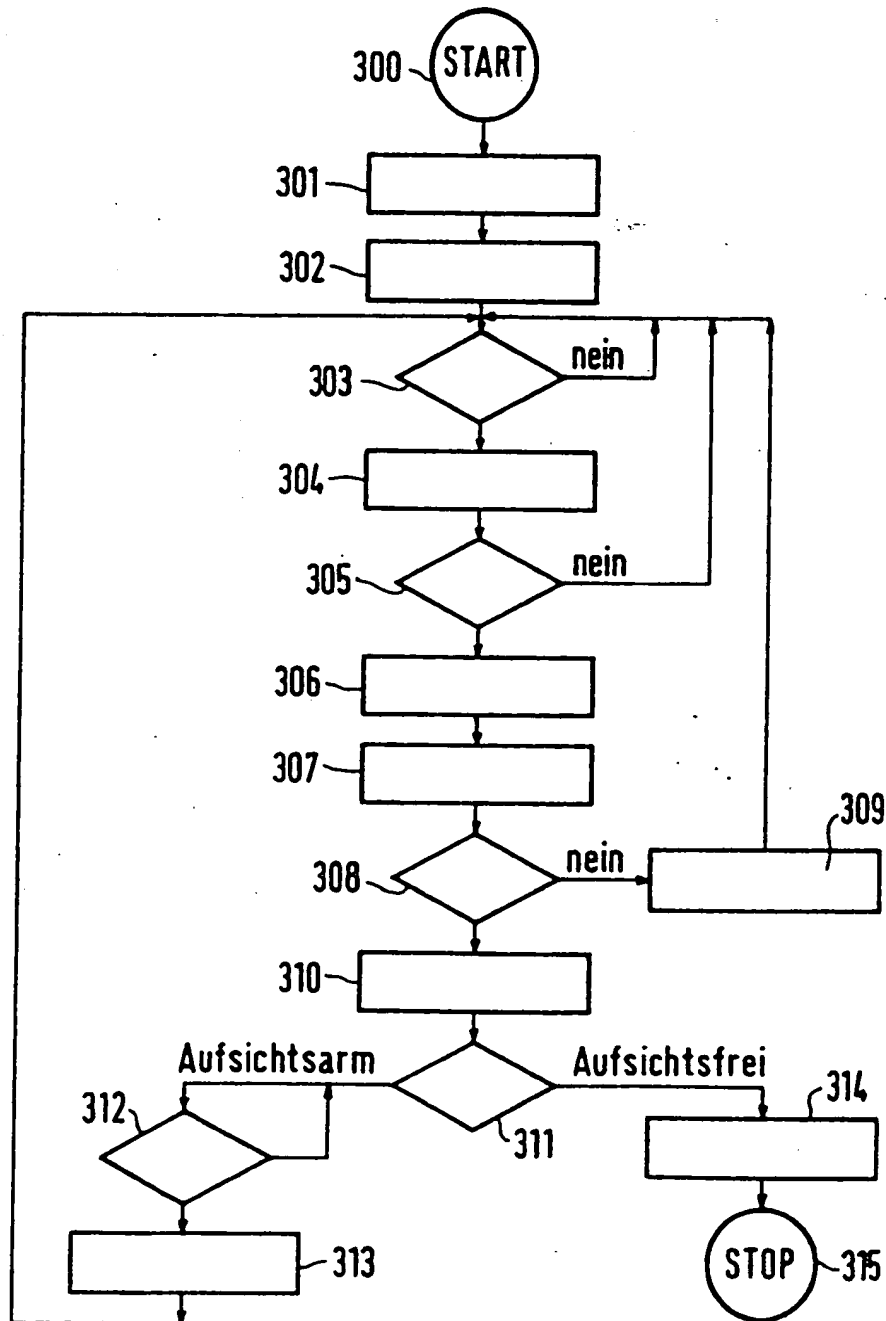


FIG 7

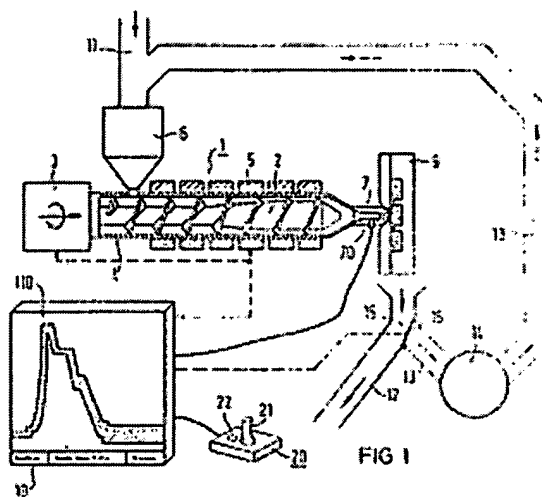
## Process and system for low-supervision or supervision-free injection moulding of finished parts from plastic

**Patent number:** DE3545360  
**Publication date:** 1987-06-25  
**Inventor:** RICHTER MARTIN (DE); ROHFLEISCH KLAUS (DE); MUENCH WERNER (DE)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** (IPC1-7): B29C45/76  
- **european:** B29C45/76J; B29C45/77  
**Application number:** DE19853545360 19851220  
**Priority number(s):** DE19853545360 19851220

Report a data error here

### Abstract of DE3545360

In injection moulding, significant injection moulding parameters can be registered and evaluated. A system of this kind usually consists of a moulding machine with transport screw, injection nozzle and mould, associated supply and removal equipment for raw material and finished parts respectively and of the control and monitoring equipment necessary for this. According to the invention, for quality control of the finished parts during each injection moulding operation the pressure profile is registered directly at the outlet point from the injection nozzle and the pressure-time curve of the individual injection moulding operation is compared with a curve for acceptable parts. In the event of deviation of the actual curve from a locally specifiable tolerance range of the curve for acceptable parts, the finished part can be separated out. To this end the injection nozzle (1) has a pressure sensor (70) for measuring the pressure directly at the outlet point of the liquid plastic, and a unit (10) for processing the pressure-time characteristic curve is present as a production parameter monitoring apparatus.



BEST AVAILABLE COPY

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide